

ИСТОЧНИК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Черепанов М. Ю., Орлов П. А., Степанов Е. А., Гумирова А. Р., Пирумян Н. М.

УрФУ

sarapulovfn.yandex.ru

Основой современных полупроводниковых источников света служит излучающий кванты света p-n-переход. Светодиод или светоизлучающий диод (СД, LED, англ. Light-emitting diode) – полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, его цветовые характеристики зависят от химического состава, использованного в нем полупроводника. Следовательно, светодиод – это прибор, преобразующий энергию электрического тока в световую. Основой такого прибора является излучающий кристалл. Излучение светодиода занимает достаточно узкую полосу (до 25...30 нм) шкалы спектрального распределения плотности энергетической яркости и поэтому носит характер квазимонохроматического излучения.

Не всякие полупроводниковые материалы эффективно испускают свет при рекомбинации. Хорошими излучателями являются полупроводники типа АІІІV (например, GaAs или InP) и АІІVІ (например, ZnSe или CdTe). Варьируя состав полупроводников, можно создавать светодиоды для всевозможных длин волн от ультрафиолета (GaN) до среднего инфракрасного диапазона (PbS).

Первое известное сообщение об излучении света твердотельным диодом было сделано в 1907 году британским экспериментатором Генри Раундом из Маркони Лабс. Затем Олег Лосев в Нижегородской радиолaborатории в 1923 г. показал, что оно возникает вблизи p-n-перехода. О. Лосев оценил практическую значимость своего открытия, позволявшего создавать малогабаритные твердотельные (безвакуумные) источники света с очень низким напряжением питания (менее 10 В) и очень высоким быстродействием. Полученные им два авторских свидетельства на «Световое реле» (первое заявлено в феврале 1927г.) закрепили за Россией приоритет в области светодиодов.

После изобретения транзистора (в 1948 году) и создания теории p-n-перехода (основы всех полупроводниковых приборов) стала понятна природа свечения. В 1962 году американец Ник Холоньяк сообщил о начале полупромышленного выпуска светодиодов. В 1970-е годы группа Жореса Алфёрова приспособила к светодиодам гетероструктуры (чередование слоев разных полупроводников вместо легирования, то есть добавления примесей), потом американцы выбрали для них очень хитрый полупроводник – алюминий-индий-галлий-фосфор «в одном флаконе» – эффективность возросла многократно. Но только для красного света, а полупроводник для фиолетового края спектра, нитрид галлия, десятилетиями не давался ученым. Кстати, за изучение в 60–70-х гг. многослойных полупроводниковых структур, так называемых гетероструктур, российский физик академик Жорес Алфёров получил Нобелевскую премию 2000 года.

В 1993 году японец Шуджи Накамура из фирмы Nichia ухватил жар-птицу за хвост создав яркий синий светодиод, а еще через 2 года – и белый. В сентяб-

ре 2006 года Накамура удостоен премии «Миллениум» (1 миллион евро) и «узаконен» как лидер светодиодной революции.

Подобные премии просто так не дают. Миниатюрный ($2 \times 2 \times 0,3 \text{ мм}^3$) и с виду простенький чип белого светодиода вобрал в себя последние достижения физики полупроводников и нанотехнологий. Его активную зону образуют два десятка чередующихся разнородных полупроводниковых пленок, содержащих нановкрапления состава «нитрид галлия-алюминия», которые называют квантовыми точками. Именно через них преимущественно протекает ток светодиода, в них рождаются фотоны, соответствующие синему свету. Сквозь другие области этот свет беспрепятственно выходит наружу. На поверхность чипа нанесена пленка люминофора, преобразующего часть светового потока в зелено-желто-красные тона, в результате чего образуется белый свет. *Отметим, что объем излучающей зоны мощного светодиода в десятки тысяч раз меньше объема вольфрамовой нити лампы накаливания той же силы света.*

Промышленность Японии и стран Юго-Восточной Азии в последние годы освоила массовое производство светодиодов с уникальными характеристиками, о которых совсем недавно не приходилось и мечтать. Удалось, сохранив низкое энергопотребление светодиода, многократно увеличить яркость свечения, улучшить цветопередачу в первую очередь синего цвета, повысить надежность и долговечность. Современные светодиодные экраны достигают яркости $12\,500 \text{ кд/м}^2$, что позволяет эффективно работать при ярком солнечном свете. Ресурс самого светодиода увеличен до 100 000 часов! Диапазон угла излучения сегодня может составлять до 120 градусов в горизонтальной плоскости. Начался бум по созданию новых светодиодных экранов. В подтверждение приведем статистику в таблице, опубликованную в электронном журнале «Наружное видео».

Динамика роста количества уличных экранов в разных странах

| Страны | Число экранов | | | |
|---------|---------------|------|------|------|
| | 1990 | 1996 | 1998 | 2000 |
| Америка | 3 | 24 | 38 | 78 |
| Япония | 5 | 10 | 46 | 66 |
| Корея | 0 | 5 | 42 | 48 |
| Китай | 0 | 7 | 14 | 58 |
| Россия | 0 | 4 | 7 | 15 |

Проектор со световым потоком в 12000 люменов (наибольшее значение для современных проекторов) на экране площадью 24 м с коэффициентом отражения 0,95 и на расстоянии проекции 9м обеспечивает максимальную яркость 1350 кд/м^2 . Для сравнения, светодиодный экран такой же площади, установленный в августе 2001 года в центре Москвы на Охотном ряду, обеспечивает яркость изображения, превышающую 8000 кд/м^2 .

К преимуществам светодиодов можно отнести:

- низкое энергопотребление - не более 10 % от потребления при использовании ламп накаливания;
- длительный срок службы - до 100 000 часов;

- высокий ресурс прочности - ударная и вибрационная устойчивость;
- чистота и разнообразие цветов, направленность излучения;
- регулируемая интенсивность;
- низкое рабочее напряжение;
- экологическая и противопожарная безопасность;
- светодиоды не содержат в своем составе ртути и почти не нагреваются.

Средний срок службы светодиодов составляет от 50 до 100 тысяч часов, т. е. срок, сравнимый с жизненным циклом многих осветительных установок.

Несмотря на вышеперечисленные плюсы светодиодов, до сих пор процент перехода на светодиодные лампы невелик – менее 10 %. Главной причиной является слишком высокая цена. Отношение доллар/люмен для обычной лампы накаливания – приблизительно 0,001. Сверхяркие светодиоды в настоящее время могут достигать лишь отношения 0,04...0,02 доллара за люмен. Вторая причина в том, что световой поток, который испускает обычный 5 мм светодиод, работающий на 20 мА – всего 1...3 люмена. Существует много применений, использующих обычные лампы накаливания или галогеновые лампы, нуждающиеся в нескольких сотнях люменов или даже нескольких тысячах люменов. Для этого необходимы десятки и даже сотни мощных светодиодов, а общий размер светильника был бы слишком велик, чтобы вписаться в место установки. Третья причина - качество светодиодов. Благодаря нетепловой природе излучения светодиодов, отсутствие нити накала теоретически должно обуславливать фантастический срок службы. В то время как лампы накаливания имеют срок службы около 1000 часов, производители сверхярких светодиодов декларируют 100000 часов, то есть более 11 лет непрерывной работы! На самом деле, это число вводит потребителя в заблуждение: как и у всех других источников света, параметры светодиодов ухудшаются с течением времени, и эта деградация связана с такими факторами, как величина прямого тока, теплоотвод, тип и качество используемых чипов. В настоящее время нет никакого стандарта, определяющего срок службы для светодиодов, хотя существуют предложения от авторитетных организаций считать таковым сроком время, в течение которого световой поток уменьшается до некоторого значения (до 70 % или 50 %) от начальной величины. Тем не менее, есть компании, которым удалось объединить дешевую китайскую сборку, высококачественные материалы корейского и японского производства и передовые мировые технологии. Это позволило уже сейчас решить ценовую проблему при сохранении качественных показателей на уровне изделий от мировых лидеров, таких как Osram Opto Semiconductors, Lumileds, Nichia и т.п., обеспечивающих максимально возможные световую отдачу и срок жизни при низкой стоимости.

Библиографический список

1. Никифоров С.Г. Проблемы, теория и реальность светодиодов для современных систем отображения информации высшего качества / С. Г. Никифоров // Компоненты и технологии. 2005. № 5.
2. Абрамов В.С. Особенности конструирования мощных белых светодиодов / В.С. Абрамов, С.Г. Никифоров, В.П. Сушков, А.В. Шишов // Светодиоды и лазеры. 2003.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Чиркова Е. В., Кучеренко М.Н.,
Тольяттинский государственный университет
chirkovaev@mail.ru*

Энергосбережение при проектировании производственных сельскохозяйственных зданий является одной из важных задач, требующей особого внимания. Мировой энергетический кризис 70-х годов подтолкнул к необходимости ужесточить требования к экономии энергии. В частности, появилось новое научно-экспериментальное направление в строительстве, связанное с понятием «здание с эффективным использованием энергии». Основным требованием при проектировании такого здания являлось выявление суммарного эффекта энергосбережения от использования архитектурно-строительных и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов. Несмотря на то, что для архитекторов и инженеров очевидным является следующий тезис: принципы проектирования энергоэффективных зданий должны быть принципами проектирования любых зданий, вопросу проектирования энергоэффективных сельскохозяйственных зданий практически не уделяется внимания. В то время как современные тенденции развития сельского хозяйства, направленные на создание высокотехнологизированных комплексов, повышают требования к снижению энергоемкости сельскохозяйственных зданий, и особенно их систем кондиционирования микроклимата.

По мнению профессора В.Н. Богословского, первым шагом в вопросе создания зданий с эффективным использованием энергии является выполнение требования обязательного обеспечения расчетных внутренних условий. Необходимо отметить, что поддержание требуемых параметров внутреннего воздуха в зданиях и сооружениях связано с двумя элементами систем кондиционирования микроклимата. В качестве пассивного элемента выступают ограждающие конструкции, к активному относятся системы кондиционирования воздуха.

Согласно исследованиям профессора В.И. Бодрова [1], в настоящее время системы кондиционирования воздуха в производственных сельскохозяйственных зданиях находятся в катастрофическом состоянии. Запроектированные отопительно-вентиляционные системы часто не монтируются в полном объеме либо функционируют только в начальный период эксплуатации зданий, а после выхода из строя не ремонтируются и не восстанавливаются. К примеру, лишь 2-3 % коровников отапливаются, преобладающий способ вентиляции – неорганизованный воздухообмен. При этом в холодный период значения относительной влажности воздуха достигают 96...98 %, о чем свидетельствует постоянный туман в помещениях. Объясняется такое положение тем, что для поддер-